

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-263589

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 23 K 26/06  
H 01 S 3/00  
3/101

識別記号 庁内整理番号  
E 7920-4E  
B 7630-5F  
7630-5F

④ 公開 平成2年(1990)10月26日

審査請求 未請求 請求項の数 12 (全10頁)

⑬ 発明の名称 金属表面のレーザ加工方法とその装置

⑭ 特 願 平1-84326

⑮ 出 願 平1(1989)4月3日

⑯ 発 明 者 永 田 伍 雄 大阪府箕面市半町2-19-21

⑯ 発 明 者 官 本 大 樹 奈良県奈良市西千代ヶ丘1-905-103

⑯ 発 明 者 森 脇 耕 介 大阪府堺市晴美台3丁2-12-104

⑯ 発 明 者 大 島 市 郎 兵庫県尼崎市常光寺1丁目9番1号 大阪富士工業株式会社内

⑯ 発 明 者 大 島 時 彦 兵庫県尼崎市常光寺1丁目9番1号 大阪富士工業株式会社内

⑰ 出 願 人 大 阪 府 大阪府大阪市東区大手前之町2番地

⑰ 出 願 人 大阪富士工業株式会社 兵庫県尼崎市常光寺1丁目9番1号

⑱ 代 理 人 弁理士 藤川 忠司

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

金属表面のレーザ加工方法とその装置

2. 特許請求の範囲

- (1). 金属表面にレーザビームの干渉光を照射し、その照射面で生ずる干渉パターン強度分布に対応した微細凹凸を該金属表面に形成することを特徴とする金属表面のレーザ加工方法。
- (2). 干渉光がマルチモードのレーザビームにおける明パターン成分相互の重なりにて構成される請求項1記載の金属表面のレーザ加工方法。
- (3). 干渉光が単一のレーザビームより分割された複数本のビームの重なりにて構成される請求項1記載の金属表面のレーザ加工方法。
- (4). マルチモードのレーザビームにおける複数の明パターン成分のいずれかの光路中、もしくは単一のレーザビームより分割された複数本のビームのいずれかの光路中に二次元透過物体を介在させる請求項2または3に記載の

金属表面のレーザ加工方法。

- (5). マルチモード発振を行うレーザ光源と、そのレーザビームを収束する収束手段と、該収束手段の焦点よりも深淺一方側にずれたビーム干渉域に被加工物の金属表面を位置させる被加工物配置手段と、金属表面に対するビーム干渉光のXY方向照射位置を相対的に変位させるXY方向変位手段とを備えてなる金属表面のレーザ加工装置。
- (6). レーザ光源と、該光源から出た単一のレーザビームを複数本のビームに分割するビーム分割手段と、これらビームを重ねて収束する収束手段と、該収束手段の焦点よりも深淺一方側にずれたビーム干渉域に被加工物の金属表面を位置させる被加工物配置手段と、金属表面に対するビーム干渉光のXY方向照射位置を相対的に変位させるXY方向変位手段とを備えてなる金属表面のレーザ加工装置。
- (7). ビーム分割手段が半透鏡である請求項6記載の金属表面のレーザ加工装置。

## 特開平2-263589 (2)

- (8). ビーム分割手段が分光プリズムである請求項6記載の金属表面のレーザ加工装置。
- (9). レーザビームの光路に像回転プリズムが介在されてなる請求項5～8のいずれかに記載の金属表面のレーザ加工装置。
- (10). X Y方向変位手段が被加工物を移動させるものである請求項5～9のいずれかに記載の金属表面のレーザ加工装置。
- (11). X Y方向変位手段が2つの回転鏡を組み合わせたX Yスキャナーである請求項5～9のいずれかに記載の金属表面のレーザ加工装置。
- (12). 収束手段の光軸方向の焦点位置を変化させる焦点変位手段を有する請求項5～11のいずれかに記載の金属表面のレーザ加工装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明はレーザビームによって金属表面に微細な凹凸を密に形成する加工方法とその装置に関するもので、例えば金属製装飾品、金属製家庭電化用品、金属製工業用品等、種々の金属製品の表面

の全体ないし一部の模様等として玉虫色模等の美麗な反射光沢を付与する場合等に利用される。

## (従来の技術)

レーザ光は位相が揃った定波長のコヒーレントな光であってビームとしての指向性に優れており、レンズにて収束して微小スポットに高エネルギーを集中できることから、近年では金属の切断、穴あけ、溶接等に多用されるようになっている。しかして、このようなレーザビームによる従来の金属加工は、いずれも加工用集光レンズの焦点位置、つまりビームのエネルギー密度が最大となる位置での高熱を利用し、この焦点位置におけるビームのスポット径で金属を瞬間的に溶融・蒸発させるものである。

しかるに、レーザビームがレーザ発振器から完全な平行光として射出されても回折による拡がりを生じると共に、光路を形成する光学系の精度にも限界があるため、集光レンズにより収束可能な最小スポット径は一般的に数 $\mu\text{m}$ ～10 $\mu\text{m}$ 程度であり、レーザ光の波長程度まで絞り込むことは極

めて困難である。従って、従来のレーザ加工では金属表面に1 $\mu\text{m}$ 以下といった微細な凹凸を形成できなかった。

ところで、ステンレス鋼製品はその不銹性、機械的強度、重厚さ等の利点から様々な分野で需用が増大しているが、製品表面が金属の地色で冷たい感じを与えることから、近年において該表面に本来の金属光沢をある程度保持した形で彩色を施して種々の模様を形成する試みがなされている。この代表的な彩色加工手段として、例えばステンレス鋼材の表面を合成樹脂等でマスキングし、このマスクをレーザビームによって多数の筋状に除去し、これを発色用薬液中に浸漬して上記筋状のマスク除去部分を化学的に着色した後、残りのマスクを除去する方法がとられていた。

## (発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記彩色加工手段では、加工部に一定の色合いを付与できるだけであり、例えば多彩で見る角度によって色変化を生じるような彩色、即ち虹色や玉虫色等の多色発色をあしらった

加飾加工法は施せず、かつ彩色のために多くの工程を要して非常に手間がかかると共にコストが高くつくという難点があった。

そこで、本発明者らは、上記のステンレス鋼を始めとする種々の金属表面の全体ないし一部の模様等として、その色合いを多彩でかつ見る角度や外光の入射方向によって様々に変化させる手法について検討を重ねた結果、該表面に可視光の波長域に近い1 $\mu\text{m}$ 程度あるいはそれ以下の微細凹凸を密に形成した場合に、この凹凸表面が回折格子と同様に入射光を分光して反射することから、虹色模の多彩な反射光沢を生じるという知見を得た。しかるに、このような微細な凹凸は、前述のように従来のレーザビームによる金属加工手段では形成困難であり、しかも仮に加工用集光レンズによる焦点スポット径が十分に絞られたとしても、個々の凹凸を一つずつ形成していく必要があるため、加工に膨大な時間を要し、到底実用に供し得るものではない。

本発明は、かかる事情に鑑み、従来のレーザビ

## 特開平2-263589(3)

ームによる金属加工手段とは異なって金属表面に密な微細凹凸を容易に短時間で形成し得る画期的なレーザ加工方法とその装置を提供し、もって例えば表面の全体ないし一部の模様等の反射光沢が虹色模等の多彩で見る角度によって多様に変化し所謂玉虫色を呈する種々の金属製品を実現することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

本発明に係る金属表面のレーザ加工方法は、上記目的を達成する手段として、金属表面にレーザビームの干渉光を照射し、その照射面で生ずる干渉パターン強度分布に対応した微細凹凸を該金属表面に形成する構成を採用するものである。

また、上記レーザ加工方向を適用するために、本発明に係る金属表面のレーザ加工装置の1つは、マルチモードのレーザ光源と、そのレーザビームを収束する収束手段と、該収束手段の焦点よりも深淺一方側にずれたビーム干渉域に被加工物の金属表面を位置させる被加工物配置手段と、金属表面に対するビーム干渉光のXY方向照射位置を相

対的に変位させるXY方向変位手段とを備えてなるものである。

更に本発明に係る金属表面のレーザ加工装置の他の1つは、レーザ光源と、該光源から出た単一のレーザビームを複数本のビームに分割するビーム分割手段と、これらビームを重ねて収束する収束手段と、該収束手段の焦点よりも深淺一方側にずれたビーム干渉域に被加工物の金属表面を位置させる被加工物配置手段と、金属表面に対するビーム干渉光のXY方向照射位置を相対的に変位させるXY方向変位手段とを備えてなるものである。  
(作 用)

レーザビームは周知の如くコヒーレントな光であって完全な可干渉性を有するため、同一振動数で一定の位相差を有する複数本のビームが重なった際に互いに干渉し合っ

てになり、この干渉領域に金属表面を位置させた場合、該干渉パターンの明部が金属を溶融・蒸発させ得るエネルギー密度であれば、該金属表面に該パターンの明部を凹、暗部を凸とした凹凸、つまり干渉パターン強度分布に対応した密な凹凸が形成されることになる。

また、単一のレーザ光であっても、複数の明パターン成分を含むマルチモードのレーザビームであれば、上記収束手段の焦点よりも深淺いずれにずれた位置でも照射スポットは該明パターン成分同士の干渉によってやはり縞状の干渉パターンを示すことになるため、上記同様の凹凸を形成可能である。

しかして、照射スポット内の干渉パターンは相互の間隔が可視光の波長域に近い $1\mu\text{m}$ 程度あるいはそれ以下といった微細な数百本の明暗縞にて構成されるため、ビーム干渉光の照射位置を金属表面に沿うX方向またはY方向に相対的に変位させる一回の走査により、該金属表面に多数(例えば中程度の出力を有するYAGレーザ加工機で

も凹条として300本程度)の凹凸条が一挙に形成される。かくして上記走査を繰り返して得られる金属表面は、微細な凹凸が密に存在することから、回折格子と同様に作用して入射光を分光して反射し、虹色模の多彩な色合いで見る角度や入射光の方向によっても様々に変化する反射光沢を示す。

これに対し、従来のレーザビームによる金属加工のように加工様集光レンズの焦点位置に被加工物面を位置させる方法では、仮に上記レンズの焦点スポット径を $1\mu\text{m}$ 程度に絞り込めたとしても、一回の走査で一本の溝を形成できるだけであるから、本発明方法と同様の反射光沢を得るには数百倍以上の走査数が必要となり、膨大な加工時間を要することになる。

なお、本発明方法において、金属表面に干渉光の干渉パターンに対応した凹凸を形成するために必要な照射面における干渉光強度は金属の材質と単位面積(長さ)当たりの照射時間によって異なるため、これらに応じてレーザ光源の出力、加工用集光レンズの焦点スポット径、該焦点位置に對

## 特開平2-263589 (4)

する照射面の深淺距離等の諸条件を通宜設定すればよい。

干渉させるレーザビームの数またはマルチモードのレーザビームにおける明パターン成分の数は、多くなるほど複雑な干渉によって干渉縞の不明瞭化及び不規則化を招くため、最適には2つ、多くとも3つとするのがよい。

複數本のレーザビームの発生手段としては、干渉を生じさせるにはビーム相互が同一振動数で一定の位相差を有することが必要であるため、各ビームごとに異なるレーザ光源（発振器）を使用することは不可能である。従って、本発明ではマルチモード発振を行う単一のレーザ光源を用いるか、もしくは単一のレーザ光源とそのレーザ光を複數本のビームに分割する分割手段とを組み合わせることが望ましい。しかし、前者のマルチモード発振を行うレーザ光源としては2つの明パターン成分より構成されるレーザ光であるTEM<sub>00</sub>モードのレーザ光源（第1図参照）が好適であり、後者のレーザ光源としては干渉パターン不明瞭さの

点からシングルモード発振を行うレーザ光源つまりTEM<sub>00</sub>モードのレーザ光源が好適であり、これにより明瞭な干渉パターンを得ることができる。また後者のビーム分割手段としては、例えば半透鏡（ビームスプリッター）を用いて透過光と反射光の2本のビームに分割する手段（第2図参照）、あるいは分光プリズムによって2本のビームに分割する手段（第3図参照）が簡易であり、これら分割されたビームは光学系によって干渉による干渉縞の間隔が要求される間隔になるようにビーム相互の交差角度を設定すればよい。なお、上記半透鏡を複數個用いたり、三角錐形分光プリズムを用いたり、更には半透鏡と分光プリズムとの組み合わせにより、3本以上のビームに分割することも可能である。

金属表面に対する干渉光の照射位置をXY方向に変位させるXY方向変位手段は、被加工物の取付部を可動として被加工物側を変位させるのもよいし、XYの各方向変位を担う2枚の回転鏡を組み合わせたXYスキヤナー（第6図参照）等

で干渉光側を変位させるものでもよい。なお、XYスキヤナーを利用して金属表面の加工を行う場合には、回転鏡の角度によって金属表面までのビーム長さが変化するので、これを補正するために後述するZスキヤナー等の焦点変位手段を組み合わせることが望ましい。

また、本発明装置においてレーザビームの光路に像回転プリズムを介在させれば、該プリズムの回転に伴って干渉パターンの干渉縞の方向が変化するから、金属表面に形成される凹凸ストライプの方向も変化する事になり（第4図参照）、金属表面の見え角度及び入射光の方向による反射光沢の色合い変化がより顕著となり、丁度オパール石のような玉虫色の反射光沢を示す。

更に、本発明装置において収束手段の光軸方向の焦点位置を変位させる焦点変位手段を設けることにより、曲面状等の三次元形状の金属表面に対しても照射面のZ方向位置に応じて焦点位置を変化させることが可能となり、照射面の干渉光強度を一定に保持して金属表面の加工部全体に均一な

凹凸を形成することができる。この焦点変位手段としては、必ずしも収束手段自体を移動させる必要はなく、光路に介在するレンズのいずれかを光軸方向に変位させるものであればよい。しかし、焦点変位操作は、被加工物の表面形状を予め測定し、この測定結果を制御系にインプットして数値制御により自動的にレンズの光軸方向変位を行うものであり、従来のレーザ加工に利用されているZスキヤナー（Dynamic Focus）を利用できる。

しかし、本発明方法及び装置によれば、干渉光の照射部で金属表面に様々な模様を描くことにより、それ自体が虹色様に輝く模様を形成することが可能である。このような模様形成は、模様のプログラムをXY方向変位手段あるいはこれとZ方向変位手段の制御系に入力し、この制御系の信号に基づいて干渉光の照射領域をXY方向あるいはこれとZ方向に自動的に変化させるようにすればよい。

一方、マルチモードのレーザビームにおける複數の明パターン成分のいずれかの光路中、もしくは

## 特開平2-263589 (5)

は単一のレーザビームより分割された複数のビームのいずれかの光路中に透過物体を介在させると、この二次元透過形状の情報が干渉縞に組み込まれ、金属表面の凹凸にも同じ情報が記録されることになるから、該金属表面は丁度ホログラムの乾板として作用し、反射光沢中に上記透過形状がホログラフィーとして現れることになる。

## (実施例)

以下、本発明を図示実施例に基づいて具体的に説明する。

第1図はTEM<sub>00</sub>モードのレーザ光源D<sub>1</sub>を用いた第1実施例のレーザ加工装置を示す。この装置では、レーザ光源D<sub>1</sub>から出射されたレーザ光R<sub>1</sub>は2つの明パターン成分B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>より構成されており、これら明パターン成分B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>が合波レンズL<sub>1</sub>によって合波され、この合波ビームBは拡大レンズL<sub>2</sub>にて拡大された上で方向転換用反射鏡M<sub>1</sub>にて90°方向転換し、加工用集光レンズL<sub>3</sub>にて収束されるようになっている。しかし、XYテーブルT上に載置された被加工物

W<sub>1</sub>は、その平坦状の金属表面が集光レンズL<sub>3</sub>の焦点Fよりも遠い位置でビームBに照射されるように位置設定されている。なお、CLは光束断面を細長く変形させるためのシリンダカルレンズであり、この場合には上記明パターン成分B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>の並び方向に光束断面が長くなるように向きを設定しており、これによって干渉パターンがより明瞭化する。

上記構成では、XYテーブルTをX方向に移動させることにより被加工物W<sub>1</sub>の表面がビームBにて走査され、この一回の走査が終了するごとにXYテーブルTをY方向に照射面のビームスポット径に相当する距離だけ移動させて順次走査を繰り返していくことにより、該被加工物W<sub>1</sub>の表面全面ないし一部の模様等とする領域全体のビーム照射を行う。しかし、ビーム照射位置が焦点Fよりも遠い明パターンB<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>の干渉域にあることから、一回の走査ごとに金属表面には照射スポット径の幅内に第1図の仮想線円内に示す拡大図のように干渉パターンの干渉縞の明部に対応し

た数百本の凹条Iが形成される。

因にレーザ光源D<sub>1</sub>としてYAG(Nd<sup>3+</sup>-Y, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)レーザ発振器を使用し、TEM<sub>00</sub>モードのレーザパルス光(発振波長1.06μm、パルス幅100ns、パルス繰り返し周波数1kHz、平均出力4w)を焦点深度100mmの加工用集光レンズL<sub>3</sub>にて収束すると共に、その焦点Fより4mm下にステンレス鋼板からなる被加工物W<sub>1</sub>の表面を位置させ、XYテーブルTのX方向移動速度を100mm/minに設定して加工を行ったところ、照射面上のビームスポット径が約0.3mmとなり、各走査ごとに0.3mm幅内に相互間隔及び深さ共に約1μmの凹条Iが約300本形成された。そして照射を完了した被加工物の加工表面は、太陽光及び室内照明光のいずれの照明下でも虹色の多彩な反射光沢を示し、この色合いは照明方向及び見る角度によって様々に変化した。

第2図はTEM<sub>00</sub>モードつまりシングルモードのレーザ光源D<sub>2</sub>を用いた第2実施例のレーザ加工装置を示す。この装置では、レーザ光源D<sub>2</sub>から

出射されたレーザ光R<sub>2</sub>は50%透過性の半透鏡BSにて透過光ビームB<sub>1</sub>と反射光ビームB<sub>2</sub>とに分割され、ビームB<sub>2</sub>は反射鏡M<sub>2</sub>にて90°方向転換されて合波レンズL<sub>1</sub>にてビームB<sub>1</sub>と合波され、この合波ビームBが第1実施例と同様に拡大レンズL<sub>2</sub>及び反射鏡M<sub>1</sub>を経て加工用集光レンズL<sub>3</sub>にて収束されるようになっており、被加工物W<sub>1</sub>は第1実施例と同様に位置設定されてXYテーブルT上に載置されている。しかし、この場合にも第1実施例と同様のXYテーブルTの移動操作により、被加工物W<sub>1</sub>の表面には、ビームB<sub>1</sub>とB<sub>2</sub>の干渉光が照射されることになり、第2図の仮想線円内に示す拡大図のように、第1実施例と同様に該干渉パターンの干渉縞の明部に対応した数百本の凹条Iが形成される。

第3図はビーム分割手段として45°分光プリズムPを使用した第3実施例のレーザ加工装置を示すもので、分割部以外は第2実施例と同様構成である。この場合、レーザ光源D<sub>2</sub>から出射したTEM<sub>00</sub>モードのレーザ光R<sub>2</sub>はプリズムPにて2

## 特開平2-263589(6)

方向の反射光ビーム $B_1$ 、 $B_2$ に分光され、両ビーム $B_1$ 、 $B_2$ がそれぞれ反射鏡 $M_1$ にて方向転換された上で合波レンズ $L_1$ にて合波され、以降は第2実施例と同様の光路を経て干渉光として被加工物 $W$ の表面に照射されて前記同様の加工を行う。

なお、第2実施例における半透鏡 $BS$ を2個使用したり、第3実施例におけるプリズム $P$ として三角錐形プリズムを使用することによって3本のビームに分割することも可能である。

第4図は合波レンズ $L_1$ の手前の光路に像回転プリズム $DP$ を介在させた第4実施例のレーザ加工装置を示すもので、像回転プリズム $DP$ 以外は第2実施例と同様構成である。この場合、プリズム $DP$ の回転に伴ってビーム $B$ の干渉パターンの干渉縞の方向が変化するため、例えば該プリズム $DP$ を一回の走査中に間欠的に回転させることにより、被加工物 $W$ の表面には一回の走査線上で第4図で仮想線円内に示す拡大図のように向きの異なる四条線の群が順次並んで形成され、また該プリズム

$DP$ を連続回転させれば四条線が波形に連続したものとなる。なお、図では $TEM_{00}$ モードのレーザ光源 $D_1$ から出射されるレーザ光 $R_1$ を半透鏡 $BS$ にて分割するものを示したが、ビーム分割手段として第3実施例の如き分光プリズム $P$ を用いる場合や、第1実施例の如き $TEM_{00}$ モードのレーザ光源 $D_1$ を用いる場合にも、同様に像回転プリズム $DP$ を光路に介在させて同様の凹凸加工を行える。しかし、この加工装置によれば加工面で入射光が様々に変化して反射するため、丁度オパール石のような反射光沢が得られる。

第5図は表面が曲面状である被加工物 $W$ に適用する第5実施例のレーザ加工装置を示す。この装置では、合波レンズ $L_1$ が光軸方向に移動可能に構成されており、該合波レンズ $L_1$ の移動に伴って加工用集光レンズ $L_2$ の焦点 $F$ が光軸方向つまり $Z$ 方向に移動する。従って、被加工物 $W$ の表面形状を予め測定し、この結果を制御系 $C$ にインプットしておき、ビーム $B$ の照射位置における被加工物 $W$ の表面の $Z$ 方向位置に対応して該制

御系 $C$ によって自動的にレンズ $L_1$ を変位させることにより、照射面の干渉光強度を常時一定に維持して均一な凹凸加工を行うことができる。なお、合波レンズ $L_1$ の代わりに加工用集光レンズ $L_2$ 自体を変位させるようにしてもよい。また、このような焦点変位手段は第1～4実施例のいずれの装置にも適用可能である。

第6図はビーム干渉光の照射位置の $XY$ 方向の変位を $XY$ スキャナースによってビーム側で行う場合の実施例を示す。 $XY$ スキャナースは $X$ 方向変位用回転鏡 $MX$ と $Y$ 方向変位用回転鏡 $MY$ とを具備しており、加工用集光レンズ $L_2$ にて絞られたビームの被加工物 $W$ 表面に対する照射位置が回転鏡 $MX$ の回転によって $X$ 方向に変位すると共に、回転鏡 $MY$ の回転によって $Y$ 方向に変位するから、被加工物 $W$ を固定した状態で走査を行うことができる。ところで、この場合には、回転鏡 $MX$ にて反射されるビーム長さは仮想線 $2$ の如く該反射点を中心とする球面上で等しくなることから、例えば図示の如く表面が平坦な被加工物 $W$ では $XY$ 方

向のいずれの走査でも照射位置によって焦点 $F$ からの距離が変化することになるが、この変化は前記第5実施例の如き焦点変位手段と組み合わせて焦点 $F$ 位置を変位制御することによって補正できる。なお、レーザ加工用として $XY$ スキャナースと $Z$ スキャナースとを組み合わせたビーム走査装置は市販されているため、本発明においてもこの市販装置を利用できる。

第7図は $TEM_{00}$ モードのレーザ光 $R_1$ より分割された2本のビーム $B_1$ 、 $B_2$ のうちビーム $B_1$ の光路中に透過物体 $O$ を介在させた実施例を示す。この場合、透過物体 $O$ の二次元透過形状の情報が合波された干渉光の干渉パターン中に含まれることになるから、被加工物 $W$ の表面にも上記情報が凹凸として記録される。これはホログラムの乾版に相当するため、該表面の反射光沢中に上記透過形状が再生され、例えば該形状が三角形であれば反射光沢の中に三角形が浮かび上がって見える。従って、該透過物体 $O$ を選択することにより、虹色様の反射光沢中に様々な形状がホログラフイー

## 特開平2-263589(7)

として現れる極めて特異な装飾の施された金属製品を提供できる。無論、第1図の第1実施例における明パターン成分B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>の一方の光路に透過物体Dを介在させても同様のホログラフィーの発現が可能である。

なお、本発明では光学系の構成を例示以外に種々設計変更可能であり、例えば上記の各実施例では収束手段として収束レンズL<sub>1</sub>を用いているが、これに代えて凹面鏡を使用してもよい。また実施例では拡大レンズL<sub>2</sub>及び方向転換用反射鏡M<sub>1</sub>を用いているが、合波レンズL<sub>2</sub>及び加工用集光レンズL<sub>2</sub>の焦点深度によっては拡大レンズL<sub>2</sub>を省略でき、また該反射鏡M<sub>1</sub>を省略してレーザ光源から出射されるレーザ光の光軸線上に被加工物を位置させたり、複数の反射鏡M<sub>1</sub>を用いてビーム方向を数次に転換することも可能である。

また上記各実施例で示すレーザ加工法において、レーザ誘起熱化学反応を利用し、この反応ガス雰囲気中に行えば大気中で加工するのに比べて少ないレーザ光出力で金属表面を加工することができ

る。更に本発明によるレーザ加工法によって加工された金属表面が傷つけられると、微細凹凸の反射効率が下がるので、加工された金属表面の耐久性をもたせるために、透明な酸化被膜、例えばアルミナなどをスパッタリングなどの手法を用いて金属表面をコーティングすれば、耐久性の要求される分野に使用することができる。

また、本発明方法および装置によって微細凹凸を形成した金属表面は転写用の型としても利用でき、例えば加熱転写によってプラスチック表面に該凹凸を転写してアルミ等を蒸着すれば、包装紙等に使用する加飾フィルムを簡単に作製できる。

本発明においてレーザ光源として使用するレーザ発振器としては、特に制限されずコヒーレンスのよいレーザ光を出射し得るものであればよく、例えば実施例に示すYAGレーザ以外にルビレーザ、ガラスレーザの如き固体レーザ、CO<sub>2</sub>レーザやエキシマレーザの如きガスレーザ等が挙げられるが、特にレーザ光がパルス発振であるものが好ましい。

## (発明特有の効果)

本発明方法によれば、レーザ光を利用して金属表面に1μm程度あるいはそれ以下といった極めて微細な密な凹凸を容易にかつ短時間で形成可能であるため、該凹凸に基づき表面全体ないし一部の模様等が虹色様に多彩で見る角度や入射光の方向によって様々に変化する玉虫色の美麗な反射光沢を示す金属製品を提供できる。しかして、上記方法に適用する本発明装置は、構造的に極めて簡素であって低コストで製作可能であり、しかも既存のレーザ加工装置を大幅な改変を行うことなく利用できる。

なお、本発明装置においてマルチモード発振を行うレーザ光源を使用すれば、そのレーザ光がそのまま同一振動数で逆位相の相互に干渉する2つの明パターン部分から構成されるため、格別なビーム分割手段を要さない利点がある。一方、単一のレーザ光源、特にシングルモードのレーザ光源とビーム分割手段とを用いれば、該分割手段に半透鏡や分光プリズムの如き極めて簡単な光学部品

を利用して単一のレーザ光より複数本のビームを分離できるという利点がある。

またレーザビームの光路に像回転プリズムを介在させる構成によれば、金属表面の前記反射光沢の見る角度や入射方向による変化をより顕著に発現できる。

更に本発明装置において、XY方向変位手段として被加工物を移動させるもの、もしくはXYスキャナーを用いることにより、金属表面に対する干渉光の走査を容易に行える。また、収束手段の光軸方向の焦点位置を変化させる焦点変位手段を採用すれば、被加工物の表面が三次元形状であっても照射面の干渉光強度を常時一定にすることが可能となる。

更にまた、マルチモードのレーザビームにおける複数の明パターン成分のいずれかの光路中、もしくは単一のレーザビームより分割された複数本のレーザビームのいずれかの光路に二次元透過物体を介在させることにより、金属表面がホログラムとして作用して反射光沢中に像を生じるため、

極めて特異な装飾模様を金属製品を提供し得る。

更に本発明によれば、レーザ加工の特性、即ち多品種少量生産に適しており、多種類の模様（絵柄）の加飾加工を効率的に行うことが可能である。

また本発明によれば、加工される金属表面は、必ずしも平坦面である必要はなく、クリスタルカットや多少凹凸のある金属表面であってもこれに影響されることなく加工することができ、また非接触加工であるために、加工途上において被加工材を強固に支持する必要がなく、仮止め程度でよいから加工作業も容易である。

更に本発明により加工された金属表面の微細凹凸溝は例えば加熱転写により樹脂フィルムの表面に転写することができ、この転写された樹脂フィルムの表面にアルミ蒸着等の後加工を行うことによって包装紙等に使用される加飾フィルムを簡単に製作することができるため、本発明はこれらの転写技術としても応用できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図～第5図は本発明の第1～第5実施例の

#### 特開平2-263589(8)

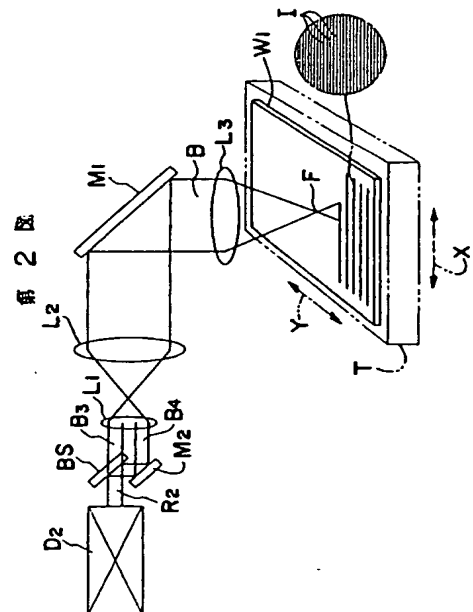
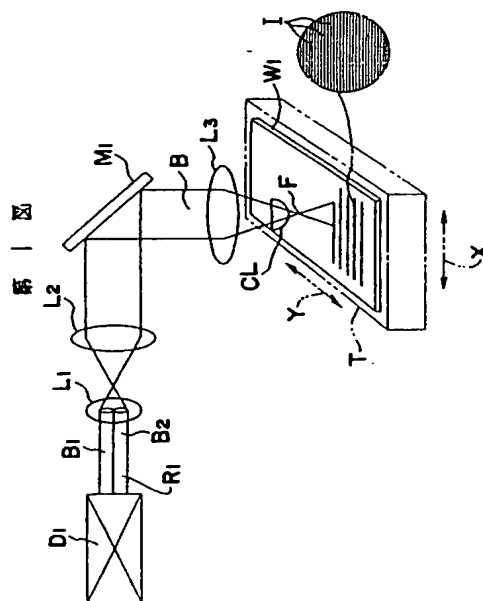
各々のレーザ加工装置の概略構造図であって、第1図、第2図および第4図中の仮想線内はそれぞれ同装置にて形成される金属表面の拡大図を示し、第6図はXYスキャナーを使用する実施例の要部の概略斜視図、第7図はホログラフィーを応用した実施例の同上装置の概略構造図である。

D、…TEM<sub>0</sub>モードのレーザ光源、D、…TEM<sub>0</sub>モードのレーザ光源、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>…レーザ光、B…レーザビーム、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>…明パターン成分、B<sub>3</sub>…B<sub>4</sub>…分割されたビーム、L…加工用集光レンズ、F…焦点、T…XYテーブル（被加工物配置手段兼XY方向変位手段）、BS…半透鏡、P…分光プリズム、DP…像回転プリズム、S…XYスキャナー、MX…X方向変位用反射鏡、MY…Y方向変位用反射鏡、O…二次元透過物体。

出願人 大 阪 府

同 大阪富士工業株式会社

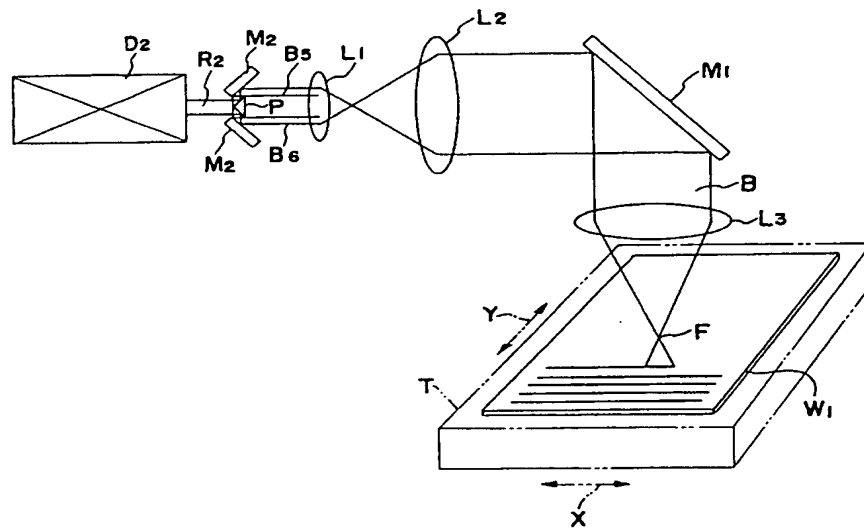
代理人 弁理士 清 藤 忠 司



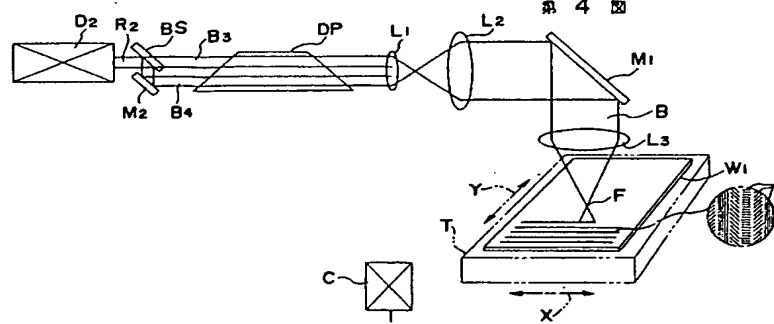


特開平2-263589 (9)

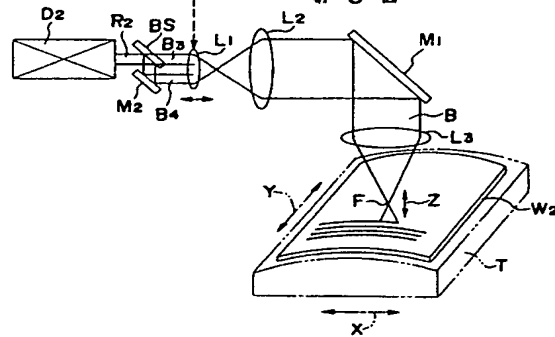
第 3 図



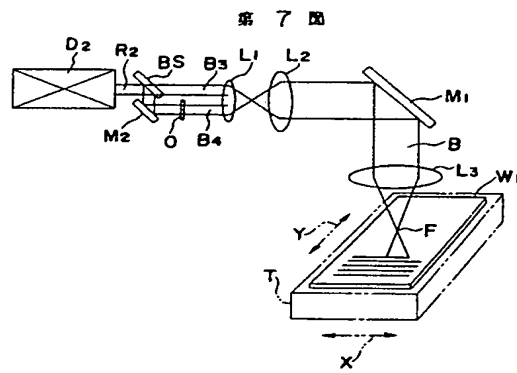
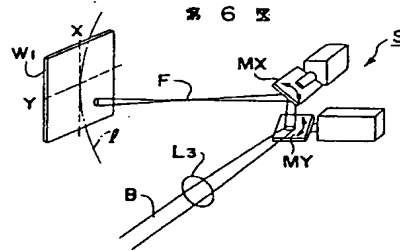
第 4 図



第 5 図



特開平2-263589 (10)



第 1 頁の続き

⑦発明者	平 田	繁 一	兵庫県尼崎市常光寺 1 丁目 9 番 1 号 大阪富士工業株式会社内
⑦発明者	岡 野	良 和	兵庫県尼崎市常光寺 1 丁目 9 番 1 号 大阪富士工業株式会社内